Betonielementtien työmaahitsaukset

Arto Suikka, diplomi-insinööri
arto.suikka@fonet.fi

Uusien eurooppalaisten terässtandardien voimaantulo 1.7.2014 alkaen toi myös hitsauksiin muutoksia. Tärkein standardi muutoksessa on SFS-EN 1090-2+A1, 2011. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus, Osa 2: teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset [1]. Betoniteollisuus ry on laatinut uusien standardien pohjalta betonielementtien työmaahitsausohjeen [2].

Hitsausluokat

Hitsauksille käytetään toteutusluokkia EXC1-EXC4 (taulukko 1) . Betonielementtirakentamisen työmaahitsaukset ovat suurimmalta osalta toteutusluokkaa EXC2, joten hitsaukset tulee teettää pätevöityneellä hitsaajalla noudattaen hyväksyttyä hitsausohjetta. Tilapäiset kiinnityshitsit eli ns. heftit ovat yleensä luokkaa EXC1. Yrityksellä tulee olla pätevä hitsauskoordinoija toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4.

Elementtiasennuksissa hitsattavat perusaineryhmät ovat yleisesti 1.2 (musta) ja 8. (rst). Harvemmin eteen tulevat hitsattavat teräkset ovat betoniteräs sekä perusaineryhmät 2 ja 1.3, joita esiintyy joskus rakenneputkissa.

Hitsaajan pätevyystodistuksen tärkeimmät seurattavat osat ovat hitsaajan pätevyysalue ja hitsaajan pätevyyden voimassaolo. Betoniterästen hitsauspätevyys tulee tarkastaa erikseen. Pätevyydet ovat kerrallaan voimassa kaksi vuotta ja niitä pitää vahvistaa kuuden kuukauden välein työnantajan/hitsauskoordinoijan toimesta. Jos kyseisiä toimenpiteitä ei ole tehty, hitsaaja ei ole pätevä hitsaamaan. [3]

Hitsauskoordinoija

Hitsattaessa toteutusluokkaa EXC2 tai sitä vaativampaa toteutusluokkaa, yrityksellä on oltava oma hitsauskoordinoija. Koordinoijan tulee olla IW- tasoa vastaava. IW-tasoja on kolmea luokkaa standardin EN ISO 14731 mukaisesti:

- C = kattava tekninen osaaminen IWE (Hitsausinsinööri)
- S = erityinen tekninen osaaminen IWT (Hitsausteknikko)
- B = tekninen perusosaaminen IWS (Hitsausneuvoja)

Betonielementtirakentamisen työmaahitsauksissa riittää yleensä hitsausneuvoja, sillä toteutusluokka on yleisesti EXC2, teräkset ovat perusryhmistä 1.1, 1.2, 1.4 ja 8 sekä aineenpaksuus on yleisimmin enintään 25 mm. Jos yrityksen hitsauskoordinoijan koulutus ei riitä tiettyyn hitsaukseen, yritys voi ostaa koordinoinnin kyseiseen hitsaukseen toiselta yritystä. Vastuu standardinmukaisuudesta jää tällöin kuitenkin valmistajalle/ koordinoinnin tilaajalle. Hitsauskoordinoijan ei tarvitse olla työmaalla koko ajan paikalla, mutta yrityksellä tulee olla vastaava työnjohtaja työmaalla, joka valvoo hitsauksen kulkua. Yrityksen koordinoija vastaa kaikista hitsauksista ja hitsauksiin liittyvistä asioista ja asiakirjoista, kuten pätevyyksistä ja hitsausohjeista.

Hitsattaessa betoniteräsliitoksia, koordinoijalla on oltava erikseen tekninen erityistietämys betoniteräksen hitsauksesta ja hänen

1 Työmaalla tulee olla hitsaussuunnitelma, hyväksytyt hitsausohjeet sekä pätevä hitsaaja ja valvoja.

Taulukko 1. Vaatimukset hitsausten toteutusluokille [1].

	Kohta	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
7	Hitsaus				
7.1	Yleistä	EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2	EN ISO 3834-2
7.4	Hitsausmenetelmien ja hitsaushenkilöstön hyväksyminen				
7.4.1	Hitsausmenetelmien hyväksyminen	Ei vaatimuksia	Ks. 3.2 hitsausmenetelmien hyväksyminen (EN 1090-2 + A1 taulukko 12 ja 13)	Ks. 3.2 hitsausmenetelmien hyväksyminen (EN 1090-2 + A1 taulukko 12 ja 13)	Ks.3.2 hitsausmenetelmien hyväksyminen (EN 1090-2 + A1 taulukko 12 ja 13)
7.4.2	Hitsaajat ja hitsausoperaattorit	Hitsaajat: EN 287-1 Operaattorit: EN 1418	Hitsaajat: EN 287-1 Operaattorit: EN 1418	Hitsaajat: EN 287-1 Operaattorit: EN 1418	Hitsaajat: EN 287-1 Operaattorit: EN 1418
7.4.3	Hitsauksen koordinointi	Ei vaatimuksia	Tekninen tietämys EN 1090-2 + A1 taulukoiden 14 ja 15 mukainen (ks. hitsauskoordinoijan pätevyys)	Tekninen tietämys EN 1090-2 + A1 taulukoiden 14 ja 15 mukainen (ks. hitsauskoordinoijan pätevyys)	Tekninen tietämys EN 1090-2 + A1 taulukoiden 14 ja 15 mukainen (ks. ks. hitsauskoordinoijan pätevyys)

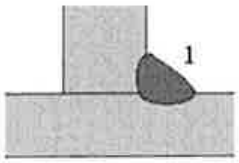
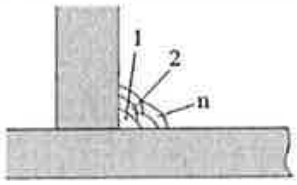
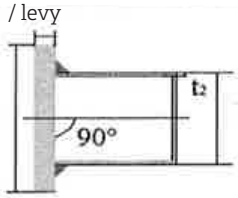
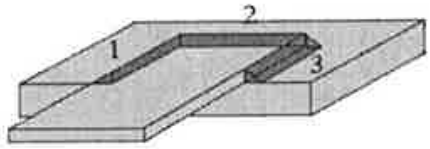
1

Taulukko 2. Käytettävät hitsauspuikot.

Puikko	Seos	Hitsattava teräs	Rutiili R/ Emäs B
OK 48.00	–	Seostamattomat rakenneteräkset ja hienoraeteräkset Betoniteräkset (A500HW, B500K, B600KX ja S235JRG2). A700HW ja B700K betoniteräksiä ei saa hitsata tällä puikolla! Betoniterästen päittäishitsaukset sallittu ainoastaan S235JRG2 betoniteräkselle	B
OK 46.00	–	Seostamattomat rakenneteräkset ≤ S355	R
OK 61.30	19% Cr-9% Ni	Austeniittiset ruostumattomat teräkset (AISI 304, AISI 316)	RA*
OK 63.20	18% Cr-12% Ni-3% Mo	Austeniittiset ruostumattomat teräkset (AISI 316, AISI 316L, AISI 316 Ti)	RA*
OK 63.30	18% Cr-12% Ni-3% Mo	Austeniittiset ruostumattomat teräkset (AISI 316, AISI 316L, AISI 316 Ti)	RA*
OK 67.70	23% Cr-13% Ni-3% Mo	Musta/ruostumaton -eripariliitokset	RA*

*RA = hapan-rutiili -puikko

Taulukko 3. Betoniteollisuus ry:n laatimat WPS:t.

Liitostyyppi	Ainepaksuus	Pienan a	Hitsausasento
levy / levy 	6–24 mm	3–6 mm	kaikki, paitsi pystyasento alaspäin
levy / levy, monipalkohitsaus 	7,5–30 mm		kaikki, paitsi pystyasento alaspäin
putki / levy 	levy 7,5–30 mm, putki 3–12 mm	3–6 mm	kaikki, paitsi pystyasento alaspäin ja J-L045
levy / levy 	aluslevy 7,5–30 mm, päällyslevy 6–24 mm	4–7 mm	kaikki, paitsi pystyasento alaspäin
levy / levy, TT-laattaliitos 	6–12 mm		jalkoasento

2 Tartuntojen hitsausta työmaalla.

2

tulee täyttää standardin EN ISO 14731 mukaiset vaatimukset.

Hitsausmenetelmät

Betonielementtien liitosten hitsaus tehdään yleensä puikkohitsauksena. Yleisesti käytettävät hitsauspuikot on esitetty taulukossa 2.

Hitsausasennot ja -merkinnät löytyvät eri oppaista. Hitsauspuikkojen säilytystä ja hitsausolosuhteita sekä tarkastuksia ja testausta on käsitelty betoniteollisuuden laatimassa työmaaohjeessa.

Laatuasiakirjat

Hitsausvirheiden tarkastuksessa käytettävät toleranssit on esitetty mm. standardissa SFS-EN ISO 5817 [4].

Yrityksen tulee laatia laatuasiakirjat rakennuskohteen hitsauksista. Laatuasiakirjat sisältävät tarvittaessa:

- vaatimusten / teknisen katselmuksen pöytäkirjat
- materiaalitodistukset
- hitsausainetodistukset
- hitsausohjeet (WPS)
- hitsausohjeiden hyväksymispöytäkirjat (WPQR)
- hitsaajien ja hitsausoperaattoreiden pätevyystodistukset
- NDT-tarkastajien pätevyystodistukset
- lämpökäsittelyohjeet ja -todistukset
- rikkomattoman ja rikkovan ainekoestuksen ohjeet ja pöytäkirja
- mittauspöytäkirjat
- korjausten pöytäkirjat ja poikkeamaraportit
- muita asiakirjoja vaadittaessa.

Laatuasiakirjoja tulee säilyttää vähintään viisi vuotta, ellei toisin sovita.

Betoniterästen hitsaus

Betoniterästen tai betoniteräs/ muu teräs -sekaliitoksien hitsausten vaatimukset tulevat betoniterästen hitsausmäärityksistä standardien EN ISO 17660-1 (voimaliitokset) [5] ja 17660-2 (kiinnitysliitokset) mukaisesti [6].

Jokaisella betoniteräksiä hitsaavalla yrityksellä tulee olla omin menetelmäkokein hyväksytty betoniterästen hitsausohje jokaiselle käytettävälle liitokselle. Voimaliitoksille tehty menetelmäkoe pätevöittää hitsaamaan myös kiinnitysliitoksia, mutta ei päinvastoin.

Hitsausohjeen laadinta ja hyväksyminen

Työmaahitsausten alustavien hitsausohjeiden hyväksymismenetelmänä voidaan käyttää standardimenetelmää, kun hitsataan toteutusluokassa EXC2 ja hitsattavien terästen lujuusluokka on ≤ S355 sekä hitsataan perusaineryhmän 1 teräksiä toisiinsa tai perusaineryhmän 8 teräksiä toisiinsa. Muissa tapauksissa, kuten eripariliitosten ja betoniterästen hitsauksissa, standardimenetelmää ei voida käyttää. Vaihtoehdoiksi jäävät esituotannollinen koe tai menetelmäkoe. Betoniterästen hitsausten alustavien hitsausohjeiden hyväksynnässä tulee käyttää aina menetelmäkoetta.

Betoniteollisuus ry on laatinut 5 kpl standardimenetelmän mukaisia puikkohitsausohjeita teräslaadulle ≤S355 ja lisäaineelle (puikko) OK 48.00. Näille tyyppihitsauksille on tehty menetelmäkokeet hyväksytyssä laitoksessa ja laadittu pöytäkirjat (WPQR). Näiden perusteella on laadittu hitsausohjeet eli WPS:t, joilla on pyritty kattamaan suuri osa samaa paria olevista mustan teräksen elementtiliitoksista.

Isommat yritykset, kuten esim. Rautaruukki, ovat tehneet omia standardien mukaisia hitsausohjeita.

Kuva 3. Hitsaussuunnitelmapohja

(www.elementtisuunnittelu.fi)

HITSAUSSUUNNITELMA / WELDING PLAN
Betonielementtirakentamisen työmaahitsauksille

Projekti / Project: Päätoteuttaja / Developer: Urakoitsija / Contractor:	Revisio / Revision: Pvm / Date: Laati / Issued by: Hyväks. / Approved:

Perusmateriaalit / Base materials:	☐ EN 10025-2: seostamattomat / non-alloy 1.1, 1.2, 1.4 (S235, S275, S355) ☐ EN 10025-3: normalisoidut / normalized 1.3 (> S360) ☐ EN 10025-4: termomekaanisesti valssatut / thermomechanical rolled 2 ☐ 8.1 (AISI 304, AISI 316) ☐ Betoniteräkset / Reinforcing steel
Hitsiluokka / Weld class:	EN ISO 5817 ☐ C, EXC2 ☐ B, EXC3 ☐ B+, EXC4 (EN 1090-2 taulukko / table 17)
Erityisohjeet / Special instructions:	Terästyöselitys / Specification
Hitsausprosessit / Welding processes:	EN ISO 4063 ☐ 111 Puikko
Hitsausaineet / Welding consumables:	EN ISO 2560-A: ☐ OK 48.00 (E 42 4 B 42 H5) ☐ OK 46.00 (E 38 0 RC 11) EN ISO 3581-A: ☐ OK 61.30 (E 19 9 L R 1 2), ☐ OK 63.20, ☐ OK 63.30 ☐ OK 67.70 (E 23 12 2 L R 3 2)
Hitsaajien ja operaattorien pätevyys / Qualification of welders and operators:	EN 287-1 EN 1418
Hitsausohjeet (WPS) / Welding procedure specifications:	EN ISO 15609-1, EN ISO 15614-1, EN ISO 15613
Tilapäiset hitsaukset / Temporary weldings	☐ Yleiset hitsausohjeet / General WPS's ☐ Projektikohtaisia WPS:ä / Project specific WPS's
Varustelu / Outfitting	☐ Yleiset hitsausohjeet / General WPS's ☐ Projektikohtaisia WPS:ä / Project specific WPS's
Muut hitsaukset / Other weldings	☐ Yleiset hitsausohjeet / General WPS's ☐ Projektikohtaisia WPS:ä / Project specific WPS's
Esilämmitys / Pre-heating:	☐ Yleiset hitsausohjeet / General WPS's ☐ Projektikohtaisia WPS:ä / Project specific WPS's
Hitsausolosuhteet / Welding conditions:	RT työmaahitsausohjeet / RT welding instructions
Korjaukset / Repairing:	☐ Yleiset hitsausohjeet / General WPS's ☐ Projektikohtaisia WPS:ä / Project specific WPS's
Hitsien tarkastusohje / Inspection instructions:	☐ RT työmaahitsausohjeet / RT welding instructions ☐ Terästyöselitys tai tarkastusohje / Specification or inspection instruction
Aloitus- ja lopetuskohtien rajoitukset / Limits of starting and ending points:	Neliö- ja suorakaideputkien hitsien aloitus- ja lopetuskohtaa ei sijoiteta nurkkiin tai niiden lähelle / Starting and the ending point of the square and rectangle pipes cannot be positioned in the corner or close of those
Dokumentointi / Documentation:	RT työmaahitsausohjeet / RT welding instructions

Yksi vaihtoehto on ostaa valmiita standardiohjeita yrityksen käyttöön. Esim. Kemppi on laatinut kolme eri standardihitsausohjepakettia puikko- ja MIG/MAG- hitsaukseen. Nämä ohjeet käyvät sekä tehdas- että työmaahitsauksiin toteutusluokissa EXC1 ja EXC2 ja ovat hitsauslaitemerkistä riippumattomia. Puikkohitsaukselle on laadittu WPS:t sekä pienaliitoksille että päittäishitseille. Ks. www.kemppi.fi.

Hitsauksia koskevat vaatimukset ja tarkastusmenettelyt eri työkohteissa hakevat vielä osin muotoaan. Uudet terässtandardit ovat kuitenkin voimassa ja niiden mukaan tulee toimia sekä tehtaissa että työmailla. Nämä koskevat myös betonielementeissä käytettäviä hitsattavia teräsosia. Kuvassa 3 on esitetty työmaan hitsaussuunnitelman lomakemalli. Betonielementtirakenteita suunniteltaessa on kohdekohtaisesti aina mietittävä, käytetäänkö pääasiassa juotos-, pultti- vai hitsausliitoksia.

4

Lähteet:

[1] SFS-EN 1090-2 + A1, 2011. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus, Osa 2: teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 198 s.

[2] Betonielementtirakentamisen työmaahitsausohje. 2014. Betoniteollisuus ry. www.elementtisuunnittelu.fi.

[3] SFS-EN 287-1, 2011. Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: teräkset. Neljäs painos toim. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 70 s.

[4] SFS-EN ISO 5817, 2006. Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 64 s.

[5] SFS-EN ISO 17660-1, 2007. Betoniterästen hitsaus osa 1: voimaliitokset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 78 s.

[6] SFS-EN ISO 17660-2, 2006. Betoniterästen hitsaus, osa 2: kiinnitysliitokset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 39 s.

4 Hitsauksia koskevat vaatimukset ja tarkastusmenettelyt eri työkohteissa hakevat vielä osin muotoaan. Uudet terässtandardit ovat kuitenkin voimassa ja niiden mukaan tulee toimia sekä tehtaissa että työmailla.